

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**PRIORITY DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



09/831722

REC'D 26 OCT 2000
WIT PCT

DE 00/02877

EJV

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

199 43 953.2

Anmeldetag:

14. September 1999

Anmelder/Inhaber:

ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung:

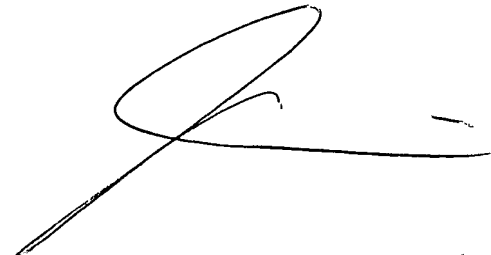
Vorrichtung und Verfahren zur Erzeugung eines lo-
kalen Plasmas durch Mikrostrukturelektrodenentla-
dungen mit Mikrowellen

IPC:

H 05 H, H 01 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. September 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Dzierzon

24.08.99 Kut

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Vorrichtung und Verfahren zur Erzeugung eines lokalen
Plasmas durch Mikrostrukturelektrodenentladungen mit
Mikrowellen

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung und einem damit
durchgeführten Verfahren zur Erzeugung eines Plasmas,
insbesondere zur Behandlung von Oberflächen, zur chemischen
Umsetzung von Gasen oder zur Lichterzeugung, durch
Mikrostrukturelektrodenentladungen nach der Gattung der
unabhängigen Ansprüche.

20

30

Für die Behandlung von Oberflächen mit einem Plasmaverfahren
ist es vorteilhaft, das Plasma so nah wie möglich an der zu
behandelnden Oberfläche oder Substrat zu erzeugen, oder eine
Plasmaquelle mit einem scharf begrenzten oder lokalen
Plasmavolumen nahe an das zu behandelnde Substrat
heranzuführen. Dies wird im Stand der Technik über
sogenannte Mikrostrukturelektrodenentladungen realisiert,
wobei dielektrische Platten mit Elektroden versehen werden,
die sich in einem typischen Abstand von ca. 100 µm oder
weniger befinden. Diese Art von Entladungen arbeiten
bekanntermaßen in einem sehr weiten Druckbereich und weisen
relativ scharfe Plasmagrenzflächen auf, d.h. es entstehen

großflächige, aber lokal eng begrenzte, kleinvolumige Plasmen.

Im Stand der Technik werden

5 Mikrostrukturelektrodenentladungen bisher ausschließlich mit Gleichspannung gezündet und betrieben. Dazu sei beispielsweise auf M. Roth et al., „Micro-Structure-Electrodes as Electronic Interface Between Solid and Gas Phase: Electrically Steerable Catalysts for Chemical
10 Reaction in the Gas Phase“, 1997, 1. Int. Conf. on Microreaction Technology, Frankfurt/Main und J.W. Frame, „Microdischarge Devices Fabricated in Silicon“, 1997, Appl. Phys. Lett., 71, 9, 1165, verweisen. Hochfrequenz- oder Mikrowellenanregungen wurden bisher nicht realisiert.

15 Aus Kummer, „Grundlagen der Mikrowellentechnik“, VEB Verlag Technik, Berlin, 1986, ist weiter bereits bekannt, Mikrowellen über Hohlleiter oder Streifenleiter („Micro-Strip-Technologie“) zu führen. Im Fall der Streifenleiter
20 („Micro-Strips“) wird dabei üblicherweise auf einem dielektrischen Substrat mit einer vielfach geerdeten metallischen Grundplatte eine metallische Leiterbahn aufgebracht, in die Mikrowellen eingekoppelt werden. Falls mehr als eine Leiterbahn auf der Grundplatte verläuft, kann auf die metallische Grundplatte auch verzichtet werden.

Vorteile der Erfindung

30 Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das damit durchgeführte erfindungsgemäße Verfahren haben gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, daß ein direkter Kontakt des erzeugten Plasmas mit der das Plasma erzeugenden Einrichtung, und insbesondere den als Elektroden dienenden Teilen dieser Einrichtung nicht erforderlich ist. Somit wird die

Lebensdauer der gesamten erfindungsgemäßen Vorrichtung und insbesondere der als Mikrostrukturelektroden dienenden Führungsstruktur erheblich verlängert. Überdies ist die erfindungsgemäße Vorrichtung somit deutlich wartungsfreundlicher.

Weiterhin kann aufgrund der geringen Eindringtiefe von Strömen bei hohen Frequenzen das Elektrodenmaterial bzw. die Führungsstruktur (metallischer Hohlleiter oder Streifenleiter) zur Führung der eingekoppelten Mikrowellen in der das Plasma erzeugenden Einrichtung sehr dünn gehalten werden, wodurch sich die Fertigung erheblich vereinfacht. So beträgt die erforderliche Dicke bei einer Frequenz von 2,45 GHz materialabhängig lediglich einige μm . Dies gilt überdies auch für die Strukturen oder Bauteile zur Einkoppelung der Mikrowellen in die Führungsstruktur. Insbesondere kann die Führungsstruktur somit vorteilhaft auch aufgedampft werden.

Die Erzeugung eines lokalen oder räumlich eng begrenzten Plasmas durch Mikrowellen in einem oder vorzugsweise einer Vielzahl von voneinander isolierten Plasmabereichen erfolgt dann über ein zugeführtes Gas, das an der Führungsstruktur vorbei- oder durch diese hindurchgeführt wird, oder mit dem die Führungsstruktur beaufschlagt wird. Damit wird an der Oberfläche der Führungsstruktur zumindest bereichsweise in den Plasmabereichen und einem durch diesen definierten Plasmavolumen ein Gasplasma erzeugt.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen.

So ist es sehr vorteilhaft für die Lebensdauer der Einrichtung bzw. der Führungsstruktur als Mikrostrukturelektroden, wenn diese in der Umgebung der Plasmabereiche mit einer dielektrischen Schutzschicht
5 überzogen wird. Dazu eignen sich vor allem keramische Schutzschichten. Durch diese Schutzschicht, die bei Gleichspannungsbetrieb nicht eingesetzt werden kann, wird die Lebensdauer der Mikrostrukturelektroden deutlich erhöht.

10 Daneben kann bei der Herstellung der Einrichtung zur Plasmaerzeugung und insbesondere zur Führung und Entladung der eingekoppelten Mikrowellen in der Führungsstruktur auf bestehende Technologien zurückgegriffen werden. So erfolgt die Führung der Mikrowellen sehr vorteilhaft über eine
15 bekannte Hohlleiteranordnung oder eine bekannte Micro-Strip-Anordnung, die über ebenfalls an sich bekannte Mikrostrukturierungsverfahren erzeugt und strukturiert werden.

20 Das Einkoppeln der von einem Mikrowellengenerator erzeugten Mikrowellen in die Führungsstruktur erfolgt vorteilhaft über mindestens eine Einkoppelstruktur, die mit der Führungsstruktur elektrisch leitend in Verbindung steht. Die Frequenz der zugeführten Mikrowellen beträgt vorteilhaft 300 MHz bis 300 GHz.

Die Führungsstruktur für die eingekoppelten Mikrowellen als Teil der Einrichtung zur Erzeugung der Gasentladung bzw. des Plasmas ist sehr vorteilhaft ein metallischer Hohlleiter,
30 der mit einem vorzugsweise durchschlagfesten und verlustarmen Dielektrikum wie Siliziumdioxid gefüllt ist. Sie kann jedoch auch aus einer Anordnung von mindestens zwei, bevorzugt parallelen beabstandeten Metallplatten aufgebaut sein, deren Zwischenraum mit einem Dielektrikum

ausgefüllt ist. Diese Anordnung hat aufgrund ihres einfacheren Aufbaus gegenüber dem geschlossenen Hohlleiter fertigungstechnische Vorteile.

5 Der Hohlleiter bzw. die Metallschichten des Hohlleiters oder die Metallplatten haben vorteilhaft eine Dicke bzw. einen Abstand, die oder der der Eindringtiefe der eingekoppelten Mikrowellen entspricht. Typische Werte, die beispielsweise aus Kummer, „Grundlagen der Mikrowellentechnik“, VEB Verlag
10 Technik, Berlin, 1986, bekannt sind, liegen im μm -Bereich bei einer typischen Ausdehnung des Hohlleiters bzw. der Metallplatten in Länge und/oder Breite im cm-Bereich.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn in dem Hohlleiter als
15 Führungsstruktur die H_{10} -Mode der eingekoppelten Mikrowellen angeregt und geführt wird, da in diesem Fall lediglich die Breite des Hohlleiters für die Ausbreitung der Mikrowellen kritisch ist und beispielsweise seine Länge, abgesehen von unvermeidbarer Dämpfung, weitgehend frei variiert werden
20 kann.

Alternativ kann die Führungsstruktur vorteilhaft auch eine Anordnung von mindestens zwei metallischen, insbesondere parallelen Streifenleitern sein, die auf einer
25 dielektrischen Platte verlaufen. Auch hier eignet sich beispielsweise Siliziumdioxid als Material für die Platte. Die Herstellung dieser Streifenleiter mit einer Dicke von einigen Eindringtiefen erfolgt bevorzugt über bekannte Mikrostrukturierungsverfahren oder
30 Mikrostripstrukturierungstechniken.

Im Bereich der Führungsstruktur ist weiterhin mindestens ein, vorzugsweise jedoch eine Vielzahl von Plasmabereichen

vorgesehen, die vorteilhaft über eine Mikrostrukturierung der Führungsstruktur erzeugt werden.

5 Diese Plasmabereiche sind sehr vorteilhaft in der Führungsstruktur vorgesehene Bohrungen. Typische Durchmesser dieser Bohrungen liegen vorteilhaft bei ca. 50 μm bis 1000 μm . Sie werden zweckmäßig in regelmäßiger Anordnung im Bereich der Führungsstruktur verteilt. Im Fall eines Hohlleiters als Führungsstruktur haben diese Bohrungen in 10 Kombination mit der angeregten H_{10} -Mode überdies den großen Vorteil, daß das erzeugte elektrische Feld innerhalb des Hohlleiters parallel zu den Bohrungen ausgerichtet und weitgehend homogen ist. Auch sind damit 15 Feldstärkevariationen in Richtung der Breite des Hohlleiters im Vergleich zu höheren anregbaren Moden minimal.

20 Die Innenwand der Bohrungen und optional auch die gesamten Elektrodenflächen werden zur Vermeidung oder Minimierung einer Oberflächenbelastung oder eines Materialabtrages und einer damit einhergehenden allmählichen Zerstörung der Plasmabereiche bzw. der Führungsstruktur durch das erzeugte Plasma vorteilhaft mit einer dielektrischen, insbesondere 25 keramischen Schutzschicht versehen. Diese dielektrische Schutzschicht beeinträchtigt die Propagation der Mikrowellen in der Führungsstruktur nur unwesentlich.

30 Die Erzeugung des Plasmas in den Plasmaerzeugungsbereichen erfolgt vorteilhaft bei einem Druck von 0,01 mbar bis 1 bar, wobei den Plasmabereichen über den Mikrowellengenerator und die Einkoppelstruktur vorteilhaft eine Mikrowellenleistung von jeweils ca. 1 mW bis 1 Watt zugeführt wird.

Das zugeführte Gas ist bevorzugt ein Edelgas, insbesondere Argon, He oder Xe, sowie Luft, Stickstoff, Wasserstoff,

Acetylen oder Methan, das bevorzugt mit einem Gasfluß von
ca. 10 sccm bis ca. 1000 sccm zugeführt wird. Diese
Parameter skalieren jedoch im Einzelfall mit der gewählten
Dimensionierung der Einrichtung zur Plasmaerzeugung und sind
5 lediglich als typische Werte anzusehen. Sehr vorteilhaft ist
weiter, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung auch an Luft
betrieben werden kann und damit eine oxidische Anregung von
Oberflächen erzielt wird. Durch den weiten Druckbereich von
Atmosphärendruck bis zum Feinvakuum in dem gearbeitet werden
10 kann, werden überdies vielfältige Anwendungsmöglichkeiten
erschlossen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das damit
durchgeführten Verfahren eignen sich besonders zur
15 Bearbeitung oder Aktivierung von Oberflächen eines
Substrates oder zur Abscheidung von Schichten. Ihr
besonderer Vorteil liegt dabei in der räumlich eng
begrenzten Ausdehnung der Plasmabereiche und deren
unmittelbarer Nähe zur Oberfläche des zu behandelnden
20 Substrates.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeich-
nungen und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläu-
tert. Es zeigt Figur 1 eine Einrichtung mit einer
Führungstruktur mit Bohrungen, Figur 2 eine alternative
Ausführungsform der Führungsstruktur, Figur 3 eine erste
Gasführung bei einer Plasmabearbeitung eines Substrates mit
30 einer Führungsstruktur und Figur 4 eine alternative
Ausführungsform mit anderer Gasführung.

Ausführungsbeispiele

Die Figur 1 zeigt eine Einrichtung 1 mit einer Einkoppelstruktur 10, einer Führungsstruktur 11 und Plasmabereichen 12. Die Einkoppelstruktur 10 hat in diesem Fall die Form eines an sich aus der Mikrowellentechnik bekannten Hornes 20 und dient der Einkoppelung von Mikrowellen in die Führungsstruktur 11. Die Mikrowellen werden über einen nicht dargestellten, an sich bekannten Mikrowellengenerator erzeugt, der mit der Einkoppelstruktur 10 in Verbindung steht. Das Horn 20 geht elektrisch leitend in die Führungsstruktur 11 über, so daß mit dem Mikrowellengenerator über die Einkoppelstruktur 10 in die Führungsstruktur 11 Mikrowellen eingekoppelt werden.

Die Führungsstruktur 11 ist in diesem Beispiel als Hohlleiter 21 aus einem Metall wie Kupfer, Edelstahl, Gold oder Silber ausgebildet, der im Inneren beispielsweise mit Siliziumdioxid als durchschlagfestes, verlustarmes Dielektrikum 22 gefüllt ist. Der Hohlleiter 21 hat eine Dicke von bis zu einem mm. Seine Länge ist variabel, sollte aber ein Viertel der Wellenlänge der eingekoppelten Mikrowellen betragen. Seine Breite wird entsprechend der gewählten Hohlleitermode bestimmt.

Der Hohlleiter 21 ist weiter mit einer Vielzahl von Bohrungen 26 versehen, die regelmäßig angeordnet sind, und die die eng begrenzten, in der Umgebung der Bohrung 26 befindlichen Plasmabereiche 12 definieren. Der Durchmesser der einzelnen Bohrung 26 beträgt ca. 50 μm bis 1 mm. Die Einrichtung 1 ist somit eine Mikrostruktur, wobei innerhalb jedes Plasmabereiches 12 der Führungsstruktur 11 nach dem Zuleiten eines Gases ein Plasma gezündet wird. Die Innenwand 23 der Bohrungen 26 und optional die gesamten

Gasflusses, des Druckes und der Dicke des Hohlleiters 21 abhängt, kommt es dann zu einer Plasmaerzeugung in den im wesentlichen über die Ausdehnung der Bohrung 26 definierten Plasmabereichen 12. Somit befindet sich zwischen der Führungsstruktur 11 und dem Substrat 30 zumindest bereichsweise ein Plasmavolumen 40, das von verschiedenen, je nach Abstand der Bohrungen 26 voneinander isolierten oder zusammengewachsenen Plasmabereichen 12 gebildet wird.

Das zugeführte Gas ist beispielsweise ein Inertgas bzw. Edelgas wie Stickstoff oder Argon zur Reinigung oder Aktivierung der Oberflächen des Substrates 30, es kann jedoch ebenso auch ein an sich bekanntes Reaktivgas wie Sauerstoff, Luft, Acetylen, Wasserstoff oder ein gas- oder dampfförmiges Precursor-Material wie eine siliziumorganische oder titanorganische Verbindung sein. Mit der Einrichtung 1 können somit je nach Wahl des zugeführten Gases auch chemische Reaktionen an der Oberfläche des Substrates induziert werden oder eine Oberflächenbeschichtung, beispielsweise in Form einer Hartstoffbeschichtung oder Verschleißschuttschicht, vorgenommen werden.

Die Erzeugung des Plasmas in dem Plasmabereich 12 mit Hilfe der in die Führungsstruktur 11 eingekoppelten Mikrowellen und unter Zuführung eines Gases erfolgt, je nach Dimensionierung der Führungsstruktur 11, der Art des zugeführten Gases, des Durchmessers der Bohrungen 26, der Breite des Hohlleiters 21 und der gewünschten Behandlung der Oberfläche bei einem Druck von ca. 0,01 mbar bis zu ca. 1 bar, der jeweils im Einzelfall vom Fachmann anhand einfacher Vorversuche zu ermitteln ist. Bevorzugt ist ein Druck von 10 mbar bis 200 mbar, wobei die Zufuhr des Plasmagases mit einem typischen Gasfluß von einigen sccm bis ca. 1000 sccm erfolgt. Dieser Wert ist jedoch im Einzelfall ebenfalls

durch den Fachmann an die jeweiligen Prozeßparameter über Vorversuche anzupassen.

5 Die Figur 4 zeigt eine alternative Führung des zugeführten Gases über die Gaszuführung 31 als zweites Ausführungsbeispiel. Dabei strömt das Gas zwischen der Oberfläche des Substrates 30 und der Führungsstruktur 11 vorbei und wird nicht durch die Bohrungen 26 zugeführt. Ansonsten sind die Parameter zur Erzeugung des Plasmas in 10 den Plasmabereichen 12 jedoch völlig analog dem mit Hilfe der Figuren 1 und 3 erläuterten Ausführungsbeispiel.

15 In einem dritten Ausführungsbeispiel besteht die Führungsstruktur 11, in leichter Abwandlung des Hohlleiters 21, aus zwei parallelen beabstandeten Metallplatten, deren Zwischenraum mit Siliziumdioxid gefüllt ist. Ansonsten ist die Leitstruktur 21 insbesondere hinsichtlich Dimensionierung, Bohrungen und Material jedoch völlig zu dem 20 ersten Ausführungsbeispiel und der Figur 1 aufgebaut. Die Verwendung von zwei parallelen Metallplatten anstelle des Hohlleiters 21 hat den Vorteil, daß deren Herstellung gegenüber einem geschlossenen Hohlleiter 21 fertigungstechnisch einfacher und billiger zu realisieren ist. Die Führung und Ausbreitung der eingekoppelten Mikrowellen erfolgt in diesem Fall über eine kapazitive 25 Kopplung der beiden Platten. Die Zufuhr des Gases erfolgt in diesem Ausführungsbeispiel ebenfalls analog den vorangehenden Ausführungsbeispielen, wie sie mit Hilfe der Figuren 3 oder 4 erläutert wurden.

30 Die Figur 2 erläutert als weiteres Ausführungsbeispiel eine alternative Ausführungsform der Führungsstruktur 11, wobei die Führung der eingekoppelten Mikrowellen in Micro-Strip-Technologie über Streifenleiter 24 erfolgt. In diesem Fall

ist weiterhin das Horn 20 nicht erforderlich, da die Einkoppelung der von dem Mikrowellengenerator erzeugten Mikrowellen hier über koaxiale Stecker erfolgt.

5 Im einzelnen werden in diesem Beispiel auf einer dielektrischen Platte 25, die aus einem durchschlagfesten Material wie Siliziumdioxid besteht, mindestens zwei, vorzugsweise jedoch eine Vielzahl von metallischen Streifenleitern 24 aufgebracht. Diese Streifenleiter 24
10 verlaufen zweckmäßig parallel zu einander mit einem Abstand, der von der Frequenz und dem eingesetzten Dielektrikum abhängt, und bestehen bevorzugt aus Kupfer oder Gold, das optional auf einer galvanischen Verstärkung wie beispielsweise Nickel aufgebracht ist. Der optimale Abstand
15 der Streifenleiter 24 zur Zündung und Aufrechterhaltung eines Plasmas in den Plasmabereichen 12 ist weiter abhängig von der Art des zugeführten Gases und des herrschenden Druckes und muß daher über einfache Vorversuche ermittelt werden.

20 Zwischen den Streifenleitern 24 sind weiterhin, analog zu Figur 1, Bohrungen 26 in der dielektrischen Platte 25 vorgesehen. Hinsichtlich der Dimensionierung der Führungsstruktur 11, der Bohrungen 26 sei auf die vorausgehenden Ausführungen im ersten Ausführungsbeispiel verwiesen. Insbesondere können die Bohrungen 26 auch in
30 diesem Fall mit einer dielektrischen Beschichtung 27, beispielsweise in Form einer keramischen Schutzschicht, auf der Innenwand 23 versehen sein. Die Bohrungen 26 definieren somit wiederum lokal begrenzte Plasmabereiche 12, in denen über die eingekoppelten und über die Streifenleiter 24 geführten Mikrowellen bei Zufuhr eines Gases oder an Luft Mikrostrukturelektrodenentladungen zünden. Wenn die Bohrungen 26 dicht genug angeordnet sind, werden die in den

Plasmabereichen 12 erzeugten Plasmen überkoppeln und es entwickelt sich ein lateral homogenes Plasma.

5

Die Gasführung im Fall einer Führungsstruktur 11 gemäß Figur 2 ist vollkommen analog den bereits erläuterten Ausführungsbeispielen und kann auf eine der mit Hilfe von Figur 3 oder 4 erläuterten Weise erfolgen, indem das Gas durch die Bohrungen 26 geleitet oder zwischen Substrat 30 und Führungsstruktur 11 vorbeigeführt wird.

Bezugszeichenliste

5	1	Einrichtung
	10	Einkoppelstruktur
	11	Führungsstruktur
	12	Plasmabereich
10	20	Horn
	21	Hohlleiter
	22	Dielektrikum
	23	Innenwand
	24	Streifenleiter
15	25	dielektrische Platte
	26	Bohrung
	30	Substrat
	31	Gaszuführung
20	40	Plasmavolumen

24.08.99 Kut

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Patentansprüche

10

1. Vorrichtung zur Erzeugung eines Plasmas, insbesondere zur Behandlung von Oberflächen, chemischen Umsetzung von Gasen oder zur Lichterzeugung, durch Mikrostrukturelektrodenentladungen, mit einer Einrichtung (1) zur Plasmaerzeugung, wobei die Einrichtung (1) mindestens eine Führungsstruktur (11) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mikrowellengenerator vorgesehen ist, mit dem elektromagnetische Mikrowellen zur Plasmaerzeugung in die Führungsstruktur (11) einkoppelbar sind.

15

20

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (1) mindestens eine Einkoppelstruktur (10) aufweist und der Mikrowellengenerator über die Einkoppelstruktur (10) mit der Führungsstruktur (11) in Verbindung steht.

30

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsstruktur (11) ein metallischer Hohlleiter (21) ist, der mit einem Dielektrikum (22), insbesondere Siliziumdioxid, Keramik oder Kapton, gefüllt ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsstruktur (11) eine Anordnung von mindestens zwei, insbesondere parallelen, beabstandeten Metallplatten

ist, deren Zwischenraum mit einem Dielektrikum (22), insbesondere Siliziumdioxid, gefüllt ist.

5 5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsstruktur (11) eine Anordnung von mindestens zwei metallischen, insbesondere parallelen, Streifenleitern (24) ist, die auf einer dielektrischen Platte (25), insbesondere einem Substrat aus Siliziumdioxid, verlaufen.

10 6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsstruktur (11) planar oder gekrümmt ist und insbesondere eine zylindrische oder koaxiale Form mit einem zentralem Innenleiter aufweist.

15 7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsstruktur (11) oder deren Umgebung mindestens einen Plasmabereich (12) aufweist.

20 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß, der Plasmabereich (12) eine in der Führungsstruktur (11) vorgesehene Bohrung (26) ist.

25 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Innenwand (23) der Bohrung (26) mit einer dielektrischen Beschichtung, insbesondere einer keramischen Schutzschicht, versehen ist.

30 10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrung (26) einen Durchmesser von 10 µm bis 1000 µm hat.

35 11. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine insbesondere regelmäßige Anordnung einer Vielzahl von Bohrungen (26) vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlleiter (21) eine Dicke bzw. die Metallplatten einen Abstand von 10 µm bis 1000 µm haben.

5

13. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Führungsstruktur (11) die H_{10} -Mode der eingekoppelten Mikrowellen geführt ist.

10

14. Verfahren zur Erzeugung eines insbesondere räumlich eng begrenzten Gasplasmas, mit einer Vorrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Mikrowellen über eine Einkoppelstruktur (10) eingekoppelt und dann über eine Führungsstruktur (11) geführt werden, und daß die geführten Mikrowellen in mindestens einem Plasmabereich (12) mit einem zugeführten Gas ein Plasma erzeugen.

15

20

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas durch in der Führungsstruktur (11) vorgesehene Bohrungen (26) geführt wird und das Plasma in der Bohrung (26) und/oder in einer Umgebung der Bohrung (26) erzeugt wird.

25

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß das zugeführte Gas an der Führungsstruktur (11) vorbeigeführt oder diese mit dem zugeführten Gas beaufschlagt wird, so daß an der Oberfläche der Führungsstruktur (11) zumindest bereichsweise in einem Plasmavolumen (40) ein Plasma erzeugt wird.

30

17. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugung des Gasplasmas bei einem Druck von 0,01 mbar bis 1 bar erfolgt.

18. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,
daß den Plasmaentladungsbereichen (12) eine
Mikrowellenleistung von jeweils ca. 1 mW bis 1 Watt
zugeführt wird.

5

19. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,
daß als Gas ein Edelgas, insbesondere Argon, Helium oder
Xenon, Luft, Sauerstoff, Wasserstoff, Acetylen, Methan oder
ein gas- oder dampfförmiges Precursor-Material zugeführt
wird.

10

20. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,
daß das Gas mit einem Gasfluß von bis zu 5000 sccm zugeführt
wird.

15

21. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,
daß die Frequenz der zugeführten Mikrowellen 300 MHz bis
300 GHz beträgt.

20

22. Verwendung der Vorrichtung und des damit
durchgeführten Verfahrens nach mindestens einem der
vorangehenden Ansprüche zur Bearbeitung oder Aktivierung von
Oberflächen eines Substrates (30), zur chemischen
Stoffumsetzung, insbesondere in der Abgasreinigung, zur
Lichterzeugung oder zur Abscheidung von Schichten auf dem
Substrat (30) mit einem Plasma, insbesondere innerhalb einem
räumlich eng begrenzten, in unmittelbarer Nähe zur
Oberfläche des Substrates (30) befindlichen Plasmavolumens
(40).

30

24.08.99 Kut

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Vorrichtung und Verfahren zur Erzeugung eines lokalen
Plasmas durch Mikrostrukturelektrodenentladungen mit
Mikrowellen

10

Zusammenfassung

15

20

30

Es wird eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Plasmas,
insbesondere zur Behandlung von Oberflächen, zur chemischen
Umsetzung von Gasen oder zur Lichterzeugung, durch
Mikrostrukturelektrodenentladungen mit einer Einrichtung (1)
zur Plasmaerzeugung vorgeschlagen, die mindestens eine
Führungsstruktur (11) aufweist. Weiterhin ist ein
Mikrowellengenerator vorgesehen, mit dem Mikrowellen in die
Führungsstruktur (11) einkoppelbar sind. Die
Führungsstruktur (11) weist darüberhinaus mindestens einen,
insbesondere lokal eng begrenzten Plasmabereich (12) auf,
der mit einem Gas in Kontakt steht. Die Führungsstruktur
(11) ist bevorzugt ein mit einem Dielektrikum (22) gefüllter
metallischer Hohlleiter (21) oder eine Anordnung von
Streifenleitern, die auf einer dielektrischen Platte
verlaufen. Die Vorrichtung und das damit durchgeführte
Verfahren eignet sich besonders zur Bearbeitung oder
Aktivierung von Oberflächen oder zur Abscheidung von
Schichten auf einem Substrat.

Figur 1

